

# Sanierung Heizzentrale ETH Höggerberg

Autor(en): **Strickler, Thomas**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **114 (1996)**

Heft 24

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-78986>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

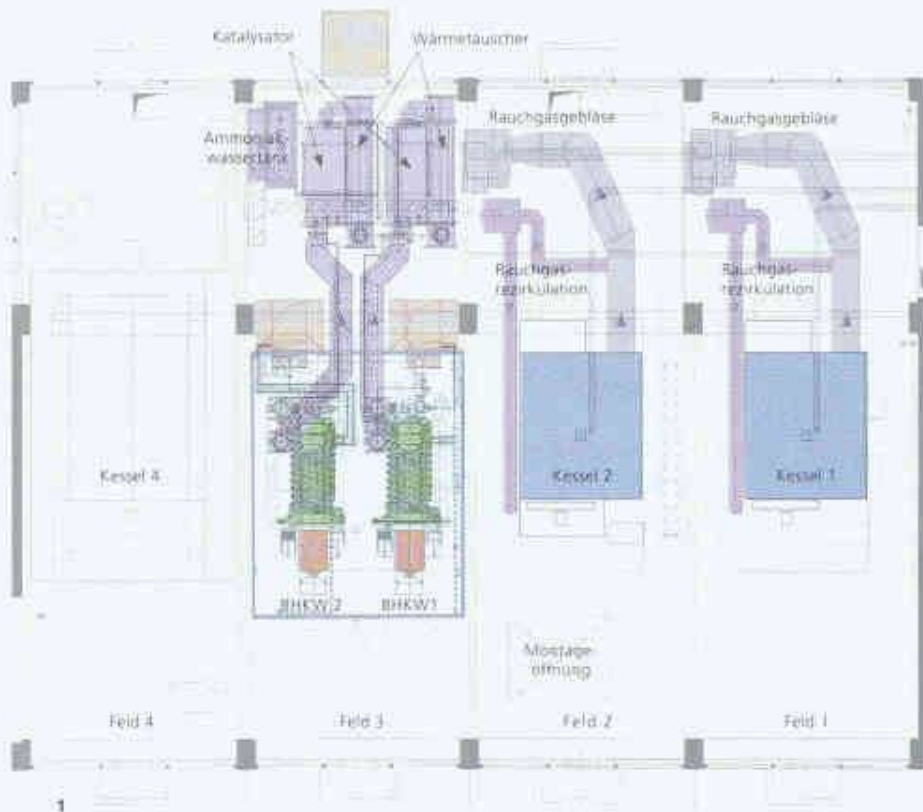
Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Thomas Strickler, Zürich

## Sanierung Heizzentrale ETH Höggerberg

Nach fast dreissig Jahren Betrieb wurden die notwendigen Anpassungen an die Luftreinhalteverordnung zum Anlass genommen, die 1966 im Rahmen der ersten Bauetappe der ETH Höggerberg erstellte Heizzentrale anlagen- und bautechnisch zu sanieren. Gleichzeitig wurde aufgrund der energiepolitischen Rahmenbedingungen die Gelegenheit wahrgenommen, mit der Installation von Gasmotoren parallel zur Wärmeerzeugung hochwertige Elektrizität zu erzeugen.

Trotz notwendiger Eingriffe in die bestehenden Bauten gelang es, die architektonische Qualität der Zentrale weitgehend zu bewahren. Nach dreijähriger Planungs- und Bauzeit, die im übrigen ohne einen einzigen Unterbruch der Wärmeversorgung erfolgte, steht die sanierte Heizzentrale seit November 1995 wieder voll im industriellen Betrieb.



### Energie 2000 an der ETH

Über 40 Gigawattstunden Energie leitet die Heizzentrale Jahr für Jahr in die ETH-Bauten auf dem Höggerberg und - über ein separates kleines Fernleitungsnetz - in externe Gebäude.

Durch die geplante dritte Ausbaustufe der ETH Höggerberg ist ohne Gegenmassnahmen ein weiterer Anstieg des Energieverbrauchs zu erwarten. In Umsetzung der Zielsetzungen des Programmes Energie 2000 und des Energieleitbildes der ETH Zürich sollte dieser Anstieg durch Gebäudesanierungen und Betriebsoptimierungen aufgefangen werden. Auf eine Erhöhung der thermischen Nutzleistung der Zentrale wurde deshalb verzichtet, hingegen sollen die neu erstellten Wärmekraftkopplungseinheiten (BHKW) die eingesetzte Primärenergie effizienter nutzen.

### Projektorganisation

#### Schlank zum Ziel

Das Amt für Bundesbauten Baukreis 4 (AFB BK4) beabsichtigte, als Totalübernehmer durch einfache und leistungsfähige



Organisationstrukturen die Projektierung und Ausführung dieses anspruchsvollen Projektes zu steuern.

Die Vertretung des Bauherrn erfolgte von drei Seiten, vom AFB BK4 als Bauprojektleitung, unterstützt von der Fachberatung der AFB Haustechnikabteilung und der Betriebsprojektierung durch den Technischen Dienst der ETH. Für die Pro-

jektierung wurde ein Generalplaner über eine entsprechende Submission ausgewählt, welcher als einziger Ansprechpartner der Bauherrschaft die Planungsverantwortung übernahm. Auf der Ausführungsseite wurde dieses Konzept mit einer GÜ-Lösung fortgesetzt. Die Teilnehmer der GÜ-Submission wurden im Rahmen eines Präqualifikationsverfahrens ausgewählt.





3

1

Grundriss der Heizzentrale

2

Gesamtansicht der Heizzentrale Höggerberg mit Speicherturm und vierfeldrigem Kesselhaus

3

Überblick über die beiden Gasmotoren, dicke Stromkabel leiten 826 kW vom Generator zu den Transformatoren im Untergeschoss

Das gewählte Abwicklungsmodell mit Generalplaner und Generalunternehmer hat in diesem Projekt zu einem guten Resultat geführt, bei dem sowohl Kosten-, Termin- und Qualitätsvorgaben dank dem grossen Einsatz aller Beteiligten erreicht werden konnten. Es zeigte sich auch, dass bei der Zusammenarbeit solcher starker Partner bereinigte Vorgaben, eine minutiöse Evaluation von Angeboten sowie klare Vertragsregelungen unabdingbar sind.

### Projektbeschreibung

Das Kesselhaus ist in vier Felder aufgeteilt. Jedem dieser Felder ist modular ein Wärmeerzeugungselement zugeteilt. Während auf den ersten beiden Feldern die Heizkessel eins und zwei saniert werden konnten, wurden auf Feld drei zwei neue BHKW

installiert. Auf Feld 4 wurde der grosse Notkessel beibehalten, der während des Umbaus die Sicherheit der Wärmeversorgung garantierte. Dieses Feld steht nun mittelfristig als strategische Reserve für zukünftige Technologien zur Verfügung.

Zusätzlich galt es, im Projekt folgende Benutzeranforderungen und Rahmenbedingungen zu erfüllen:

- Beibehalten der äusseren Gestalt der Heizzentrale
- Sanierung der Gebäudehülle, um die Heizzentrale als «unbeheizter Raumbetrieb» zu können
- Durchsetzen des Modulcharakters der Einrichtungen
- Installation neuer Mess-, Steuer-, Regelungs- und Leiteinrichtungen und Integration in das übergeordnete Leitsystem
- Weitgehend automatisierter Betrieb ohne örtlichen Personalbedarf während der Nacht oder an Wochenenden
- Unterbrechungsfreie Energieversorgung während der gesamten Umbauzeit

### Bautechnische Sanierung

Markanter Eingriff in die bestehende Bausubstanz bestand darin, die imposanten pyramidenförmigen Kohlenbunker abzubauen. Dadurch konnte ein Laufkran eingebaut werden, welcher das

### Projektdaten

Bauherrschaft  
Amt für Bundesbauten, Baukreis 4 Zürich/Eidg.  
Technische Hochschule Zürich  
Generalplaner  
Helbling Ingenieurunternehmung AG, Zürich  
Grundstücke  
Arealfläche, Teil des ETH-Geländes Höggerberg

Gebäude	
Geschossfläche UG	561 m <sup>2</sup>
Geschossfläche EG	548 m <sup>2</sup>
Geschossfläche Galerie	99 m <sup>2</sup>
Geschossfläche total	1208 m <sup>2</sup>
Rauminhalt, SIA 416	10714 m <sup>3</sup>

Kosten		
BKP 1	Vorbereitungsarbeiten	1,0 Mio. Fr.
BKP 2	Gebäude	2,2 Mio. Fr.
BKP 3	Betriebseinrichtungen	7,5 Mio. Fr.
BKP 5	Nebenkosten	0,5 Mio. Fr.
Total Kosten		11,0 Mio. Fr.

### Technische Daten

Wärmeleistungsbedarf bei -8°C	14,5 MW
Wärmeenergiebedarf pro Jahr	62500 MWh/a
Nutzwärmeleistung Kessel 1 und 2	2×9,0 MW(Gas) resp. 2×8,0 MW(Öl)
Maximale Vorlauftemperatur Kessel	160 °C
Elektrische Leistung der BHKW	2×826 kW
Nutzbare thermische Leistung der BHKW	2×982 kW
Gesamtwirkungsgrad	86,0%
Motorotyp: 4-Takt, 20 Zylinder, aufgeladener Magermotor	





4

Untergeschoss über eine neu geschaffene Montageöffnung für schwere Lasten ideal erschliesst. Architektonisch wurde durch diese Massnahme die transparente Bauweise der 60er Jahre, in der sich nun topaktuelle Technik präsentiert, noch verstärkt.

Nach über 30 Jahren Betrieb wies die Metall/Glasfront schwere Schäden auf; sie wurde durch eine dem heutigen Stand der Wärme- und Lärmdämmung entsprechende Neukonstruktion ersetzt.

#### Anlagensanierung

Die Eignung der ETH für den Einsatz der Wärmekraftkopplung hat sich bereits

in einer Voruntersuchung aus dem Jahr 1989 erwiesen. In einem zweiten Schritt wurden Technologie- und Komponentenwahl und mögliche Leistungsaufteilungen untersucht. Es zeigte sich, dass die Variante mit Gasmotoren gegenüber einer Gasturbine wirtschaftliche Vorteile und höhere Flexibilität bringt.

#### Wärmetechnische Schaltung

Die Heizzentrale musste auch nach der Sanierung in der Lage sein, das bestehende Ferrowärmenetz mit Vorlauftemperaturen bis 140°C zu beliefern, eine Temperatur, die von heissgekühlten Gasmotoren nicht erreicht werden kann. Als wirt-

schaftlichstes Konzept ergab sich, im Feld drei des Kesselhauses zwei Gasmotoren zu installieren, die das Netzurücklaufwasser bis auf 120°C vorheizen. Die Restaufheizung auf 140°C sowie die Abdeckung der Spitzenleistung übernehmen zwei den Luftreinhaltevorschriften angepasste öl/gasgefeuerte Heisswasserkessel.

Je einer der bestehenden Heisswasserspeicher wurde den beiden Wärmeerzeugerkreisläufen mit ihren unterschiedlichen Temperaturniveaus direkt zugeordnet. Der Verbraucher-Kreislauf mischt je nach verlangter Netzzvorlauftemperatur Wasser aus dem Rücklauf und den zwei Heisswasserspeichern und beliefert die Fernlei-



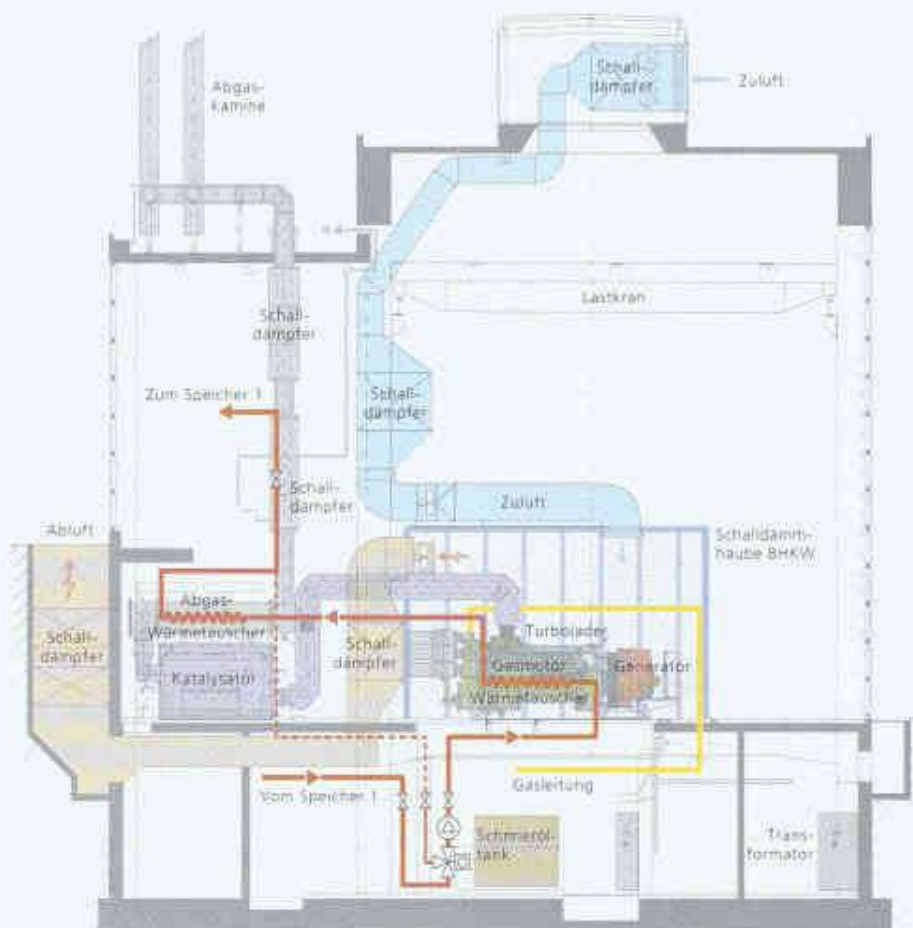
5



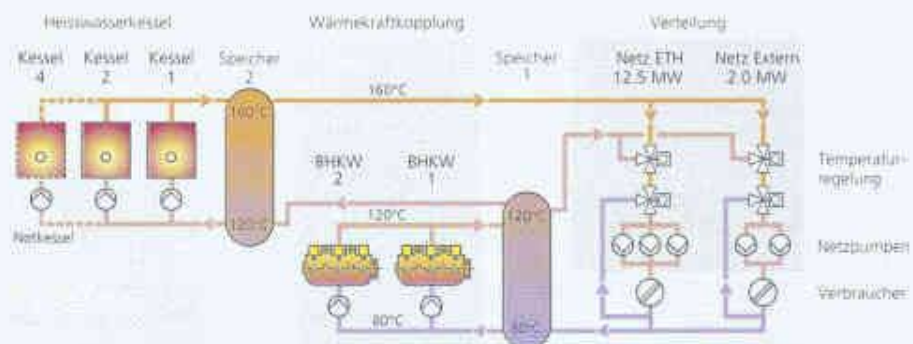
6



- 4  
Sanierte Kessel; links davon die Schalldämmhaube der BHKW mit Frischluftkanälen vom Kesselhausdach
- 5  
Fassade mit Kohlenbunker vor dem Umbau
- 6  
Trichterabbruch mittels „Cracking“, Entsorgung durch die Fassade
- 7  
Querschnitt der Heizzentrale im Feld der BHKW
- 8  
Vereinfachtes Schaltbild der Heizzentrale



7



8

tungsnetze über frequenzgeregelte Netzpumpen.

### Heisswasserkessel

Aufgrund des sehr guten Zustandes der Kessel eins und zwei konnte anstelle eines Totalersatzes eine Sanierung durchgeführt werden. Erreicht wurde die Senkung der Stickoxidemissionen durch den Einbau von externen Rauchgasrezirkulations-Einrichtungen, die einen Teil des Abgases der Verbrennungsluft beimischen und so die Verbrennungstemperatur senken.

Um die Wärmeversorgung dauernd aufrechterhalten zu können, wurden die

Kessel gestaffelt saniert. Die am 21. April 1995 durchgeführten Abnahmemessungen bestätigten den Erfolg der Sanierungsmassnahmen.

### Blockheizkraftwerke

#### Was ist WärmeKraftkopplung, ein BHKW?

Im Gegensatz zu anderen Energiesystemen integriert WärmeKraftkopplung (WKK) Stromerzeugung und Wärmeerzeugung zu einem Ganzen, indem die bei der Stromerzeugung entstehende Abwärme zum Heizen oder als Prozesswärme verwendet wird. WKK-Anlagen kleinerer

und mittlerer Grösse werden als Blockheizkraftwerke (BHKW) bezeichnet. Bei den hier installierten BHKW wird Verbrennungsluft aus der Schalldämmhaube zusammen mit Gas gemischt und über einen Turbolader komprimiert. Das heisse vorverdichtete Luft-Gas-Gemisch wird über den Ladeluftkühler gekühlt und dem Motor zugeführt. Die entstehende mechanische Energie wird mit einem Generator in elektrische Energie umgewandelt.

Die Restwärme der heissen Abgase wird in 2 Wärmetauschern ins Heisswassernetz übergeführt. Ebenfalls wird die Abwärme der Motorblockkühlung und der Schmierölkühlung genutzt. Die Stickoxide im Abgas werden in kombinierten Reduk-

**Termine**

- Projektausarbeitung Generalplaner  
Januar 1993 bis Juli 1993
- Evaluation der Generalunternehmer  
August 1993 bis März 1994
- Kesselsanierung (GU1)  
März 1994 bis Januar 1995
- Sanierung Bau, Einbau BHKWs (GU2)  
Mai 1994 bis Oktober 1995
- Betriebsübergabe  
November 1995

tions-Oxidationskatalysatoren durch Zugabe von Harnstoff zu normalem Luftstickstoff umgewandelt.

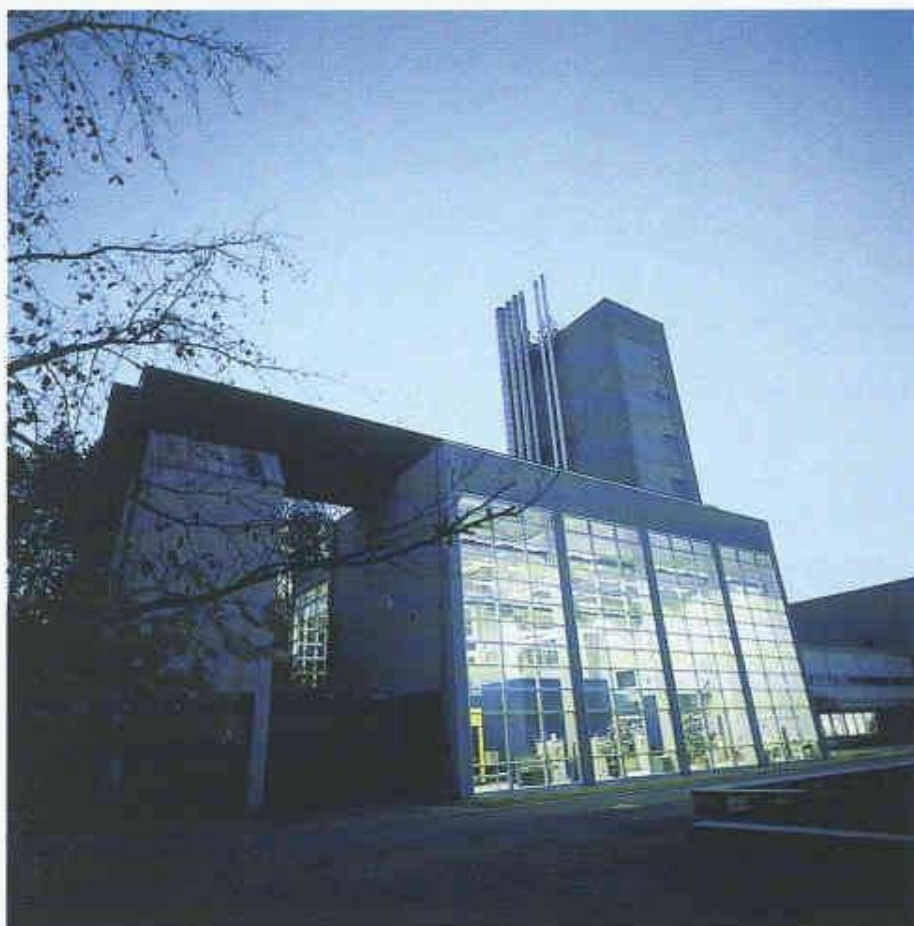
---

**Betrieb, Überwachung, erste Erfahrungen**

Die gebäude- und betriebstechnischen Prozesse werden mit autonomen und kommunikationsfähigen Unterstationen in SPS-Technik (speicherprogrammierbare Steuerung) gesteuert, geregelt und überwacht. Die Unterstationen sind mittels Kommunikationssystem verbunden und mit der Unterzentrale HEZ gekoppelt. Die Unterzentrale ist ein integrierender Bestandteil des Gesamtsystems der ETH und stellt ausgebaute Funktionen für die Verwaltung, Archivierung, Auswertung und Dokumentation zur Verfügung. Gleichzeitig bildet sie die Schnittstelle zur Leitzentrale. Mit diesem Systemaufbau ist es möglich, die folgenden, grundlegenden Betriebsaufgaben gesamthaft wahrzunehmen:

- Messen, Steuern, Regeln
- Bedienen, Beobachten, Überwachen, Melden
- Schützen von Anlagen und Personen
- Optimieren und Bewirtschaften

Die neue, moderne Steuerung bringt für die Bediener Arbeitserleichterungen. Das gilt vor allem für die vorgeschriebenen periodischen Überprüfungen der Sicherheitseinrichtungen. Zudem schalten sich die Heisswasser-Netzumpen neu automatisch zu und passen sich stufenlos der verlangten Wärmeleistung an. So kann erheblich elektrische Energie für den Pumpenbetrieb eingespart werden.



9  
Aussenansicht der sanierten Heizzentrale

Mit dem neuen Leitsystem ist es möglich, den bisherigen reinen Tagesbetrieb des betriebstechnischen Personals trotz der eingebauten komplexen Technik beizubehalten. Voraussetzung dafür war eine gründliche Schulung des Personals des Technischen Dienstes der ETH.

Die ersten Betriebsmonate der BHKW haben gezeigt, dass die thermische und elektrische Energie während der ganzen Zeit genutzt werden kann. Nur im Sommer während der Nacht werden die BHKW stillstehen. So kann die geplante Wirtschaftlichkeit der Anlage mit ihrer hohen Auslastung (bis 6000 Betriebsstunden pro Jahr und BHKW) erreicht werden.

Nach dreissigjähriger Versorgung steht den zuständigen Instanzen der ETH nun die nach neuesten Erkenntnissen sanierte Energiezentrale zur weiteren Nutzung ins nächste Jahrhundert zur Verfügung.

**Adresse des Verfassers:**

Thomas Strickler, dipl. Arch. ETH/SIA, lic. oec. HSG, Projektleiter, Amt für Bundesbauten, Baukreis 4 Zürich Aussenstation Hönggerberg, Postfach ETH, 8093 Zürich

Bilder: Rainer Bendel, René Sabli, Walo Kubu